

Порівняльний аналіз вмісту рутину в плодових тілах деяких макроміцетів

Марія В. ПАСАЙЛЮК

Національний природний парк "Гуцульщина"
вул. Дружби 84, Косів 78600, Івано-Франківська обл., Україна
mariia.pasailiuk@gmail.com

Pasailiuk M.V. 2020. **Comparative analysis of rutin content in fruit bodies of some macrofungi.** *Ukrainian Botanical Journal*, 77(4): 324–330.

Hutsulshchyna National Nature Park
84 Druzhby Str., Kosiv 78600, Ivano-Frankivsk Region, Ukraine

Abstract. Fruit bodies of 42 species of mushrooms collected in Hutsulshchyna National Nature Park that can be potential sources of rutin were selected. Representatives of various taxonomic, ecological and trophic groups, with fleshy and tough fruit bodies, edible and inedible mushrooms were analyzed for their rutin content. The results showed that rutin is present in all fruit bodies of the studied species of fungi. *Thelephora palmata* exhibited the highest rutin content (3264 µg/100 g); considerable amount of rutin was also found in carpophores of *Ramaria aurea* (2944 µg/100 g), *Boletus edulis* (2560 µg/100 g), *Agrocybe vervacti* (2240 µg/100 g), *Discina ancilis* (2240 µg/100 g), *Agaricus arvensis* (2176 µg/100 g), and *Hygrocybe obrussea* (2112 µg/100 g). Significantly lower values (ranged from 192 to 576 µg/100 g) were determined in tough and solid fruit bodies of bracket fungi (*Schizophyllum commune*, *Spongipellis spumeus*, *Daedaleopsis confagosa*, *Fomes fomentarius*, *Trametes versicolor*, *Antrodia ramentaceus*, *Bjerkandera adusta*, *Polyporus varius*, and *Piptoporus betulinus*).

Keywords: flavonoids, fleshy fruit bodies, rutin source, solid fruit bodies, trophic requirements, vitamin P, wild mushrooms

Submitted 02 January 2020. Published 31 August 2020

Пасайлюк М.В. 2020. **Порівняльний аналіз вмісту рутину в плодових тілах деяких макроміцетів.** *Український ботанічний журнал*, 77(4): 324–330.

Реферат. На території Національного природного парку "Гуцульщина" в результаті інвентаризації грибів була відібрана низка видів, плодові тіла яких можуть бути потенційним природним джерелом рутину. Проведено скринінг карпофорів 42 видів макроміцетів на присутність у них досліджуваної речовини. Аналізували закономірності накопичення рутину в плодових тілах грибів із різних еколого-трофічних і таксономічних груп, із різною консистенцією плодових тіл і різним впливом на організм людини за умови їхнього вживання. Виявлено, що рутин присутній у плодових тілах всіх досліджених видів. Найбільше його встановлено для плодових тіл *Thelephora palmata* (3264 мкг/100 г), високі показники мають *Ramaria aurea* (2944 мкг/100 г), *Boletus edulis* (2560 мкг/100 г), *Agrocybe vervacti* (2240 мкг/100 г), *Discina ancilis* (2240 мкг/100 г), *Agaricus arvensis* (2176 мкг/100 г), *Hygrocybe obrussea* (2112 мкг/100 г). Виявлено, що вміст рутину був помітно меншим (192–576 мкг/100 г) у плодових тілах із твердою консистенцією (*Schizophyllum commune*, *Spongipellis spumeus*, *Daedaleopsis confagosa*, *Fomes fomentarius*, *Trametes versicolor*, *Antrodia ramentacea*, *Bjerkandera adusta*, *Polyporus varius*, *Piptoporus betulinus*).

Ключові слова: вітамін Р, дикорослі гриби, м'ясисті плодові тіла, природне джерело рутину, тверді плодові тіла, трофічна приналежність, флавоноїдні сполуки

Вступ

Макроміцети є надзвичайно важливими як для існування природних лісових угруповань, так і для використання у практичній діяльності людини. Дані, отримані в ході досліджень вмісту плодових тіл грибів у місцях їх природного зростання, є підґрунтям для майбутнього відбору того чи іншого виду для введення в культуру в якості продуцента біологічно активних речовин (БАР).

На території Національного природного парку "Гуцульщина" (НПП) відомо понад 1000 видів грибів і грибоподібних організмів (Heluta, 2013; Kovalyov, 2013; Malanyuk, 2013; Pogribnyj et al., 2013; Tykhonenko, Heluta, 2014, Fokshei, 2016, 2018). У парку відмічено значне видове різноманіття грибів, плодові тіла яких потенційно можуть бути актуальним джерелом БАР і які можуть бути перспективними об'єктами для біотехнологічних досліджень. Визначення антиоксидантних і бактерицидних властивостей різних видів грибів є важливим для подальшого практичного використання цих даних (Kosanić et al., 2012). Серед речовин особливий інтерес викликають флавоноїдні сполуки – похідні кисневмісних гетероциклів. Їхня низька токсичність, поряд із вибірковою фармакологічною дією на організм людини, дає змогу широко використовувати їх для створення нових лікарських препаратів (Sujkowska-Zlaja et al., 2005; Magalingam et al., 2013). У фармакології практичне застосування мають рутин та кверцетин, які належать до групи вітаміну Р (Nikoliuk, 2004). Саме з високим вмістом рутину та інших фенольних і флавоноїдних компонентів пов'язують антиоксидантні властивості грибів (Choi et al., 2006; Alvarez-Parrilla et al., 2007; Ferreira et al., 2007; Kosanić et al., 2012). Відомо, що похідні рутину виступають ефективними інгібіторами вікових змін (Pashikanti et al., 2010); зокрема, кверцетин захищає мембрани клітин, гальмує процес їхнього старіння (Almeida et al., 2010; Medvidović-Kosanovića, 2010; Parniakov, Grabovska 2011; Vollmannová et al., 2013). Визначена пряма залежність між вмістом основних груп БАР (у т. ч. і рутину) у рослин та рівнем їхньої протигрибкової активності щодо деяких тест-культур грибів, які викликають мікози людини (Kashpur et al., 2012).

Окремі дослідження демонструють біологічну значимість рутину для *Aspergillus flavus* як єдиного джерела вуглецю завдяки наявності в нього позаклітинних ензимних систем, здатних руйнувати

цю сполуку (Medina, 2004). У видів роду *Fagopyrum* Mill. виявлена пряма залежність між кількісним вмістом рутину, інтенсивністю забарвлення рослини, морфологічними ознаками та господарсько цінними якостями рослин (Клюков, 2010). У деяких роботах дослідники звертають увагу на можливі фунгіцидні та антибактеріальні властивості рутину та інших флавоноїдів (Arima et al., 2002; Kalinova 2004). Наявність рутину та аскорбінової кислоти пов'язують із активністю ферментів синтезу меланіну та підвищенням продукції цього пігменту. Відмічається також ритмічна залежність вмісту рутину від часу доби (Baumgartel et al., 2010).

Медико-біологічний спектр властивостей вітаміну Р і, відповідно, рутину добре вивчений та широко представлений в літературі, однак відомості щодо наявності рутину в плодових тілах грибів обмежені. Тому метою цього дослідження було провести скринінг карпофорів макроміцетів, зібраних на території НПП "Гуцульщина", на наявність у них рутину та визначити, чи є закономірності його накопичення у плодових тілах грибів.

Матеріали та методи

Для проведення порівняльного аналізу на вміст рутину були використані неушкоджені карпофори 42 види грибів: *Agaricus arvensis* Schaeff., *Agaricus campestris* L., *Agrocybe vervacti* (Fr.) Singer, *Amanita phalloides* (Fr.) Link, *Antrodia ramentacea* (Berk. & Broome) Donk, *Auricularia auricula-judae* (Bull.) J.Schröt., *Bjerkandera adusta* (Willd.) P.Karst., *Boletus edulis* Bull., *Clavulina cinerea* (Bull.) J.Schröt., *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers., *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J.Schröt., *Discina ancilis* (Pers.) Sacc., *Entoloma incanum* (Fr.) Hesler, *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Hericium alpestre* Pers., *Hygrocybe obrussea* (Fr.) Wünsche, *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P.Kumm., *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray, *Lycoperdon umbrinum* Pers., *Marasmius alliaceus* (Jacq.) Fr., *M. oreades* (Bolton) Fr., *Mycena galericulata* (Scop.) Gray, *M. leptcephala* (Pers.) Gillet, *Panaeolus campanulatus* (Bull.) Quél., *P. foenicicii* (Pers.) J.Schröt., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P.Karst., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm., *Polyporus varius* (Pers.) Fr., *Ptychoverpa bohemica* (Krombh.) Boud., *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél., *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr., *R. farinipes* Romell, *R. foetens* Pers., *R. grata* Britzelm., *R. integra* (L.) Fr., *R. virescens*



Рис. 1. Локалізація досліджуваних ділянок (А та В) на території Національного природного парку "Гуцульщина"
 Fig. 1. Collection sites (A and B) in Hutsulshchyna National Nature Park

(Schaeff.) Fr., *Sarcoscypha coccinea* (Scop.) Sacc., *Schizophyllum commune* Fr., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat., *Stropharia semiglobata* (Batsch) Quéf., *Thelephora palmata* (Scop.) Fr., *Trametes versicolor* (L.) Lloyd. Відбір проводили на території НПП "Гуцульщина", у північно-східних околицях с. Вербовець (9 кв. Косівського ліс-ва) (рис. 1, В) та урочища "Каменистий" (18, 19 кв. Косівського ліс-ва) (рис. 1, А). Заліснені території в північно-східних околицях с. Вербовець належать до зони регульованої рекреації НПП, ліси тут представлені смереково-буковими, буково-яворовими, ялицево-буковими, дубово-буковими формаціями. Територія відносно полого, максимальна висота 384 м н.р.м. Територія урочища "Каменистий" є заповідною зоною НПП "Гуцульщина", ліси представлені смереко-буковими, буково-яворовими, ялицево-буковими формаціями, на вершинах хребта локалізовані чисті бучини.

Для дослідження відбирали макроміцети різних еколого-трофічних груп – мікоризоутворювачі, гумусові сапротрофи, ксилотрофи (Iansen, 2004; Zavodovskii, 2011) з різною консистенцією плодових тіл (тверді, м'ясисті) та різним впливом на організм людини за умови вживання їх у їжу (істівні, неістівні, отруйні) (Iansen, 2004).

Зразки ідентифікували, використовуючи літературні джерела (Domanski, 1969; Moser, 1978; Zerova et al., 1979; Dudka, Wasser, 1987; Kibbi, 2009). Сучасні назви грибів та їхню систематичну приналежність узгоджено з номенклатурною базою даних *Mycobank* (<http://www.mycobank.org/quicksearch.aspx>). Після ідентифікації зразки зібраних екземплярів висушували за температури 38–45 °C для запобігання процесам ферментативного розкладу. Висушені плоди тіла подрібнювали до фракції 0,3–0,5 мм.

Вміст рутину визначали після екстракції титриметричним методом. Як індикатор застосовували індигокармін (Nikoliuk, 2004; Azarova, 2014). Експерименти були проведені в чотирьох біологічних повторностях; $M \pm m$ – середнє значення \pm стандартне відхилення в усіх випадках. Статистична обробка даних проведена з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2013.

Результати та обговорення

У ході проведених досліджень виявлено, що для всіх відібраних плодових тіл макроміцетів характерна наявність рутину (див. табл. 1), але його концентрація у різних видів виявилась відмінною.

Максимальний вміст рутину ($3264 \pm 57,6$ мкг/100 г) виявлено в плодових тілах *Thelephora palmata*. Значний його вміст (2112–2944 мкг/100 г) виявився також у зразках *Hygrocybe obrussea*, *Agaricus arvensis*, *Discina ancilis*, *Agrocybe vervacti*, *Boletus edulis* і *Ramaria aurea*. Таким чином, концентрація досліджуваної сполуки є високою як у плодових тілах грибів, придатних до споживання людиною (*R. aurea*, *B. edulis*, *A. arvensis*, *D. ancilis*), так і неїстівних (*T. palmata*, *H. obrussea*, *A. vervacti*).

За приналежністю гриба до того чи іншого порядку чи роду не можна передбачити ймовірний рівень накопичення рутину в плодовому тілі. Так, два види роду *Russula* Pers. суттєво відрізняються за кількістю рутину: у плодових тілах *R. virescens* його виявлено вдвічі більше, ніж у *R. grata*. Значна різниця за цим показником відмічена й у грибів порядку *Agaricales* (табл. 1).

Також малоінформативною є приналежність гриба до певної трофічної групи. Серед всіх груп є зразки, в яких вміст рутину перевищує 1000 мкг/100 г або є значно нижчим за цей показник.

Отже, приналежність макроміцетів до певної таксономічної чи еколого-трофічної групи не є чинником, що впливає на накопичення рутину в плодових тілах грибів.

Незначний вміст рутину властивий всім дослідженим представникам порядку *Polyporales*. Слід зауважити, що усі вони мають тверду консистенцію плодових тіл. Низький вміст рутину встановлений також і для представника іншого порядку – *Schizophyllum commune* (*Agaricales*), який також має щільну шкірясту консистенцію плодового

тіла. Згідно з отриманими даними можна припустити, що плодовим тілам грибів із твердою консистенцією властиво накопичувати рутин у меншій кількості, ніж м'ясистим карпофорам (виняток становлять *Russula grata* і *Auricularia auricula-judae*, у м'ясистих плодових тілах яких теж виявлено доволі низький вміст рутину – див. табл. 1).

Враховуючи передбачувані антибактеріальні, антифідантні та фунгіцидні властивості рутину (Arima et al., 2002; Medvidović-Kosanović et al., 2010), можна припустити, що високі показники його вмісту у м'ясистих плодових тілах зумовлені саме специфікою структури карпофору, зокрема, вищою імовірністю їхньої контамінації мікроорганізмами. Проте досліджені карпофори з твердою консистенцією – це переважно багаторічні плодові тіла, тоді як м'ясисті формуються, спороносять і руйнуються впродовж незначного часового проміжку. Оскільки рутин – це метаболіт вторинного синтезу (Dunek, Volk, 2007; Abdel-Monem et al., 2013; Gupta et al., 2014), то можна припустити, що з віком закономірним було би його накопичення у плодових тілах, за виключенням тих випадків, коли ресурси рутину вичерпуються через інтенсивні окислювальні процеси, а утилізація їхніх продуктів супроводжується зниженням вмісту антиоксидантів, у т. ч. рутину.

Висновки

Проведений скринінг виявив наявність рутину у всіх без винятку відібраних для дослідження плодових тілах грибів, зібраних на території НПП "Гуцульщина". Найвищий вміст рутину встановлений для *Thelephora palmata* (3264 мкг/100 г), досить високий – для *Ramaria aurea* (2944 мкг/100 г), *Boletus edulis* (2560 мкг/100 г), *Agrocybe vervacti* (2240 мкг/100 г), *Discina ancilis* (2240 мкг/100 г), *Agaricus arvensis* (2176 мкг/100 г) і *Hygrocybe obrussea* (2112 мкг/100 г). Таким чином, плодові тіла саме цих видів можуть розглядатися як потенційні природні джерела рутину, а кількісні показники вмісту рутину є видоспецифічними.

Не виявлено закономірностей накопичення рутину в плодових тілах різних еколого-трофічних, таксономічних та груп, відмінних за придатністю до вживання людиною. Найчіткіше відмінності щодо вмісту рутину були продемонстровані для плодових тіл із різною консистенцією: у щільних карпофорах (*Schizophyllum commune*, *Spongipellis*

Таблиця 1. Вміст рутину в плодових тілах грибів, мкг/100 г, М ± m

Table 1. Rutin content in fungal fruit bodies, μg/100 g, M ± m

Вид	Еколого-трофічна група	Консистенція плодового тіла	Харчові якості	Кількісний вміст рутину
Agaricales				
<i>Agaricus arvensis</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	2176±34,3
<i>A. campestris</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1984±87,3
<i>Agrocybe vervacti</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	2240±78,9
<i>Amanita phalloides</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	отруйний	1600±90,7
<i>Entoloma incanum</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	отруйний	832±85,1
<i>Hygrocybe obrussea</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	2112±31,2
<i>Hypholoma fasciculare</i>	ксилотроф	м'ясиста	отруйний	1152±15,7
<i>Lycoperdon umbrinum</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	832±68,1
<i>Marasmius alliaceus</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1280±78,2
<i>M. oreades</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1813±56,2
<i>Mycena galericulata</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	1664±17,6
<i>M. leptoccephala</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	907±22,7
<i>Panaeolus campanulatus</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	отруйний	800±84,5
<i>P. foenicicii</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	1344±12,8
<i>Pleurotus ostreatus</i>	ксилотроф	м'ясиста	їстівний	1557±16,4
<i>Stropharia semiglobata</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1024±92,7
<i>Schizophyllum commune</i>	ксилотроф	тверда	їстівний	192±11,4
Boletales				
<i>Boletus edulis</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	2560±59,4
<i>Leccinum scabrum</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	800±33,6
Auriculariales				
<i>Auricularia auricularjudaе</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	256±11,2
Cantharellales				
<i>Clavulina cinerea</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	704±31,3
<i>Craterellus cornucopioides</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	640±68,5
Gomphales				
<i>Ramaria aurea</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	2944±56,5
Pezizales				
<i>Discina ancilis</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	2240±32,8
<i>Sarcoscypha coccinea</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1541±51,6
<i>Ptychoverpa bohémica</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	їстівний	1664±42,8
Polyporales				
<i>Antrodia ramentacea</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	480±37,6
<i>Bjerkandera adusta</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	480±32,4
<i>Daedaleopsis confragosa</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	256±21,3
<i>Fomes fomentarius</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	320±14,5
<i>Piptoporus betulinus</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	576±22,7
<i>Polyporus varius</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	480±23,2
<i>Spongipellis spumeus</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	192±18,6
<i>Trametes versicolor</i>	ксилотроф	тверда	неїстівний	384±15,1
Russulales				
<i>Hericium alpestre</i>	ксилотроф	м'ясиста	їстівний	1088±48,7
<i>Russula cyanoxantha</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	704±32,2
<i>R. farinipes</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	800±65,1
<i>R. foetens</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	умовно їстівний	608±76,3
<i>R. grata</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	448±31,1
<i>R. integra</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	640±49,7
<i>R. virescens</i>	мікоризоутворювач	м'ясиста	їстівний	960±57,4
Thelephorales				
<i>Thelephora palmata</i>	гумусовий сапротроф	м'ясиста	неїстівний	3264±57,6

spumeus, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Trametes versicolor*, *Antrodia ramentacea*, *Bjerkandera adusta*, *Polyporus varius*, *Piptoporus betulinus*) вміст рутину був помітно меншим (192–576 мкг/100 г), ніж у м'ясистих (256–3264 мкг/100 г). Отже, біологічна значимість рутину для грибів, механізм його накопичення у карпофорах, а також можливості практичного використання цих речовин потребують подальшого вивчення.

Список посилань

- Abdel-Monem N.I., Abdel-Azeem A.M., Ashry E.S.H.E., Ghareeb D.A., Nabil-Adam A. 2013. Assessment of secondary metabolites from marine-derived fungi as antioxidant. *Open Journal of Medicinal Chemistry*, 3: 60–73.
- Almeida J.S., Lima F.E., Da Ros S.I., Bulhões L.O., Carvalho L.M., Beck R.C. 2010. Nanostructured systems containing rutin: *in vitro* antioxidant activity and photostability studies. *Nanoscale Research Letters*, 5(10): 1603–1610.
- Alvarez-Parrilla E., González-Aguilar G.A., de la Rosa L.A., Martínez N.R. 2007. Total phenols and antioxidant activity of commercial and wild mushrooms from Chihuahua, Mexico. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 5(5): 329–334.
- Arima H., Ashida H., Danna G. 2002. Rutin-enhanced antibacterial activities of flavonoids against *Bacillus cereus* and *Salmonella enteritidis*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 66(5): 1009–1014.
- Azarova A.V. 2014. Pharmacognostic study of *Inula loosestrife*: Dr. Sci. Diss. Kursk state medicinal university, 171 pp. (manuscript). [Азарова А.В. 2014. Фармакогностическое изучение девясила иволистного: дис. ... канд. фармацевт. наук: спец. 14.14.02 "Фармацевтическая химия. Фармакогнозия". Курск, Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР), 171 с. (рукопись)].
- Baumgartel A., Loebers A., Kreis W. 2010. Buckwheat as a source for the herbal drug *Fagopyri herba*: rutin content and activity of flavonoid-degrading enzymes during plant development. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4:82–86.
- Choi Y., Lee S.M., Chun J., Lee H.B., Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99: 381–387.
- Domanski S. 1969. Grzyby zasiedlające drewno w Puszczy Białowieskiej. VI. *Antrodia ramentacea* (Berk. & Br.) Donk. Wood-inhabiting fungi in Białowieża virgin forests in Poland. VI. *Antrodia ramentacea* (Berk. & Br.) Donk. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 38(1): 57–68.
- Dudka I.A., Wasser S.P. 1987. *Griby. Spravochnik mikologa i gribnika*. Kiev: Naukova Dumka, 535 pp. [Дудка И.А., Вассер С.П. 1987. *Грибы. Справочник миколога и грибника*. Киев: Наукова думка, 535 с.].
- Dunck C., Volk T.J. 2007. Antifungal secondary metabolites from fungal fruiting bodies. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 9(3&4): 226–237.
- Ferreira I.C.F.R., Baptista P., Vilas-Boas M., Barros L. 2007. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: individual cap and stipe activity. *Food Chemistry*, 100: 1511–1516.
- Fokshei S.I. 2016. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(2): 72–77. [Фокшей С.І. 2016. Рідкісні види грибів у старовікових лісах і пралісах Національного природного парку "Гуцульщина". *Український ботанічний журнал*, 73(2): 72–77].
- Fokshei S.I. 2018. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku Hutsulshchyna*, vol. 15, Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 129–131 (manuscript). [Фокшей С.І. 2018. Мікофлора. Результати досліджень мікобіоти в 2017 р. В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*, т. 15. Ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 129–131 (рукопис)].
- Gupta N.I., Chauhan R.S., Pradhan J.K. 2014. Rutin: A bioactive flavonoid. In: *Handbook of Medicinal Plants and their Bioactive Compounds*. Ed. N.I. Gupta: India, pp. 51–57.
- Heluta V.P. 2013. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku Hutsulshchyna*, vol. 11. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 78–95 (manuscript). [Гелюта В.П. 2013. Звіт науковців Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України про роботи, проведені на території НПП "Гуцульщина" у вересні 2013 р. В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*, т. 11. Ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 78–95 (рукопис)].
- Iansen P. 2004. *Vse o gribakh*. St. Petersburg: Kristall, 161 pp. [Янсен П. 2004. *Все о грибах*. Санкт-Петербург: Изд-во Кристалл, 161 с.].
- Kalinova J., Voienilkova V., Moudry J. 2004. Occurrence of *Fusarium* spp. and bacteria on surface of buckwheat achenes (*Fagopyrum esculentum* Moench). In: *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*. Prague, pp. 489–491.
- Kashpur N.V., Goryacha O.V., P'yina T.V., Koval'ova A.M., Volyans'kyj A.Yu., Osolodchenko T.P. 2012. *Clinichna Farmatsiya*, 16(2): 55–58. [Кашпур Н.В., Горяча О.В., П'їна Т.В., Ковальова А.М., Волянський А.Ю., Осолодченко Т.П. 2012. Протигрибкова активність ліпофільних фракцій рослин роду *Galium*. Повідомлення. *Клінічна фармація*, 16(2): 55–58].
- Kibbi G. 2009. *Atlas gribov: Opredelitel vidov*. St. Petersburg: Amfora, 269 pp. [Кіббі Дж. 2009. *Атлас грибов: Определитель видов*. Санкт-Петербург: Амфора, 269 с.].
- Klykov A.G. 2010. *Sel'skokhoziaystvennaya biologiya*, (3): 49–53. [Клыков А.Г. 2010. Биологическая и селекционная ценность исходного материала гречихи с высоким содержанием рутина. *Сельскохозяйственная биология*, 3: 49–53].

- Kosanić M.A., Ranković B.R., Dašić M.A. 2012. Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(4): 1095–1102.
- Kovalyov V.V. 2013. In: *Biology: From the Molecule to the Biosphere: materials of the VIII International scientific conference of young scientists*. Kharkiv: FOP Sharovalova, pp. 270–271. [Ковальов В.В. 2013. Нові відомості про гастероміцети Національного природного парку "Гуцульщина". В зб.: *Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VIII Міжнародної наукової конференції молодих учених (Харків, 3–6 грудня 2013 р.)*. Харків: ФОП Шаповалова, с. 270–271].
- Magalingam K.B., Radhakrishnan A., Haleagrahara N. 2013. Rutin, a bioflavonoid antioxidant, protects rat pheochromocytoma (PC-12) cells against 6-hydroxydopamine (6-OHDA)-induced neurotoxicity. *International Journal of Molecular Medicine*, 32(1): 235–240.
- Malanyuk V.B. 2013. *Chornomorskii Botanical Journal*, 2013, 9(1):117–125. [Маланюк В.Б. 2013. Рідкісні та нові для України види роду *Amanita* Pers. з Карпат. *Чорноморський ботанічний журнал*, 9(1): 117–125].
- Medina M.L., Kiernan U.A., Francisco W.A. 2004. Proteomic analysis of rutin-induced secreted proteins from *Aspergillus flavus*. *Fungal Genetics and Biology*, 41: 327–335.
- Medvidović-Kosanović M.A., Šeruga M.A., Jakobek L.I., Novak I.V. 2010. Electrochemical and antioxidant properties of rutin. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 75(5): 547–561.
- Moser M. 1978. *Keys to Agarics and Boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)*. London: R. Phillips, 535 pp.
- Nikoliuk I.D. 2004. *Biologichno active rehovyni roslyn: metody vyvchennia (Biologically active substances of plants: study methods)*. Ed. I.D. Nikoliuk. Chernivtsi: Ruta, 72 pp. [Николіук І.Д. 2004. *Біологічно активні речовини рослин: методи вивчення*. Відп. ред. І.Д. Николіук. Чернівці: Рута, 72 с.].
- Parniakov O., Grabovska O. 2011. In: *Chemistry & Chemical Technology 2011 (CCT-2011)*. Lviv, pp. 24–26. [Парняков О., Грабовська О. 2011. Дослідження механізму сорбції кверцетину пористим крохмалем. У зб.: *Chemistry & Chemical Technology 2011 (CCT-2011)*. Lviv, pp. 24–26].
- Pashikanti S.R., Albaa D.R., Boissonneault G.A., Cervantes-Laurean D. 2010. Rutin metabolites: novel inhibitors of nonoxidative advanced glycation end products. *Free Radical Biology and Medicine*, 48(5): 656–663.
- Pogribnyj O.O., Malanyuk V.B., Zayachuk V.Ya. 2013. *Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy (Scientific Bulletin of UNFU)*, 23.13: 55–64. [Погрібний О.О., Маланюк В.Б., Заячук В.Я. 2013. Базидіальні макроміцети соснових фітоценозів українських Карпат і Прикарпаття. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23.13: 55–64].
- Sułkowska-Ziaja K.A., Muszyńska B.O., Końska G.R. 2005. Biologically active compounds of fungal origin displaying antitumor activity. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 62(2):153–160.
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P. 2014. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(4): 489–495. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П. Іржасті гриби Національного природного парку "Гуцульщина". *Український ботанічний журнал*, 71(4): 489–495]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.04.489>
- Vollmannová A.L., Margitanová E.V., Tóth T.O., Timoracká M.A., Urminská D.A., Wojňanská T.A., Čičová I.V. 2013. Cultivar influence on total polyphenol and rutin contents and total antioxidant capacity in buckwheat, amaranth, and quinoa seeds. *Czech Journal of Food Sciences*, 31: 589–590.
- Zavodovskiy P.G. 2011. *Afilloforoidnye griby Vodlozeria*. Petrozavodsk: Petrozavod. gos. universitet, 68 pp. [Заводовський П.Г. *Афиллофоройдные грибы Водлозерья*. Петрозаводск: Петрозавод. гос. университет, 68 с.].
- Zerova M.Ya., Sosin P.Ye., Rozhenko G.L. 1979. *Vyznachnyk hrybiv Ukrainy. Vol. 5. Bazydiomitsety. Knyha 2. Boletalni, strobilomitsetalni, trikholomatalni, entolomatalni, rusulalni, agarikalni, gasteromitsety (Handbook of the Fungi of Ukraine. Basidiomycetes. Book 2. Boletales, Strobilomycetales, Tricholomatales, Entolomatales, Russulales, Agaricales, Gasteromycetes)*. Kyiv: Naukova Dumka, 565 pp. [Зерова М.Я., Сосін П.Є., Роженко Г.Л. 1979. *Визначник грибів України. Т.5. Базидіоміцети. Кн. 2. Болетальні, стробіломіцетальні, трихоломатальні, ентоломатальні, русуляльні, агарикальні, гастероміцети*. Київ: Наукова думка, 565 с.].

Рекомендує до друку М.М. Сухомлин